

исследуемых соединений $Dy_{3-x}Y_xAl_5O_{12}$, где $x=0, 0.75, 1.5, 2, 2.5, 2.85$. Измерения проводились на установке PPMS-9 + Ever-Cool-II (Quantum Design) в температурном диапазоне от 1.9 до 220 К, в магнитных полях от 0 до 9 Т.

Для всех исследованных кристаллов наблюдался рост теплоемкости при уменьшении температуры. Экспериментальные значения теплоемкости для образцов $Dy_{3-x}Y_xAl_5O_{12}$ (где $x=1.5, 2, 2.5$) были аппроксимированы в температурном диапазоне 1.9-20 К суммой вкладов аномалий Шоттки, и решеточных вкладов, рассчитываемых в рамках моделей Дебая. На основе анализа величины теплоемкости была рассчитана энтропия и магнитная энтропия. Результаты показали, что при увеличении концентрации диспрозия наблюдается рост энтропии во всех исследуемых магнитных полях. Так же было отмечено, при x более 1.5 величина магнитной энтропии положительна, а при x меньше или равных 1.5 значения магнитной энтропии становятся отрицательными. В чистом монокристалле $Dy_3Al_5O_{12}$, наблюдались характерные для подобных соединений антиферромагнитные аномалии теплоемкости λ -типа, при этом величина пика составила порядка 2.55 К, что хорошо согласуется с результатами, полученными ранее [3]

Список публикаций:

[1] А.А. Каминский. // Лазерные кристаллы. Наука, М. 1975. 356 с.

[2] A. Kushino, Y. Aoki, N.Y. Yamasaki, T. Namiki, Y. Ishisaki, T.D. Matsuda, T. Ohashi, K. Mitsuda, T. Yazawa // Erbiumdoped yttrium aluminum garnet as a magnetic refrigerant for low temperature x-ray detectors. J. Appl Phys. 90, 2001. 5812

[3] D. P. Landau, B. E. Keen, B. Schneider, and W. P. Wolf. // Magnetic and Thermal Properties of Dysprosium Aluminum Garnet. I. Experimental Results for the Two-Sublattice Phases Physica. L.Review. 3 (7) 1971. 2310-2342

Высокотемпературный отжиг тонких пленок $a\text{-SiO}_x$ различной стехиометрии

Лунев Никита Александрович

Меркулова Ирина Евгеньевна

Институт теплофизики имени С. С. Кутателадзе СО РАН

Замчий Александр Олегович, к.ф.-м.н.

nanochirik9@gmail.com

Тонкие пленки нанокристаллического кремния в матрице его диоксида ($nc\text{-Si/SiO}_2$) представляют особый интерес в фотовольтаике и оптоэлектронике. Благодаря квантово-размерному эффекту $nc\text{-Si}$ обладают люминесценцией в видимом и ближнем инфракрасном диапазоне при комнатной температуре [1]. В свою очередь материал SiO_2 химически стабилен, высоко прозрачен и используется в микроэлектронике.

Основным методом получения $nc\text{-Si/SiO}_2$ является высокотемпературный (800 - 1000°C) отжиг (ВТО) аморфного нестехиометрического оксида кремния ($a\text{-SiO}_x$, $0 < x < 2$) [2]. Наряду с основными параметрами отжига (температура и время процесса) важной характеристикой, существенно влияющей на структуру получаемого в процессе ВТО материала, является стехиометрия исходных пленок $a\text{-SiO}_x$ [3]. В данной работе исследовалась зависимость размера кристаллита и степени кристалличности от начальной концентрации кислорода в тонких пленках $a\text{-SiO}_x$, полученных методом газоструйного химического осаждения с активацией электронно-пучковой плазмой [4].

Тонкие пленки $a\text{-SiO}_x$ разной стехиометрии были получены на подложках из кварца и монокристаллического кремния путем изменения расхода G смеси моносилана с аргоном (5% SiH_4 и 95% Ar) в пределах от 18 до 89 н.см³/мин (н.см³ – это см³ при нормальных условиях), при этом расходы H_2 и O_2 оставались неизменными и составляли 386 и 3 н.см³/мин соответственно. Отжиг образцов протекал при температуре 950 °C в течение 2 часов. Структура и состав синтезированного и отожженного материала были изучены методами ИК Фурье-спектроскопии (FTIR), спектроскопии комбинационного рассеяния света (КРС) и сканирующей электронной микроскопии [4].

На рис. 1 представлена спектральная зависимость оптической плотности пленок, синтезированных при различных G . Пики в спектрах указывают на наличие Si-O и Si-H связей в материале. Полоса с центром на 640 см⁻¹ соответствует колебаниям вливания и качания Si-H, пики с центром около 790 см⁻¹ и 870 см⁻¹ характерны для колебания изгиба Si-O-Si и ножничного колебания Si-H₂, а полосы на 1045 см⁻¹ и 1160 см⁻¹ указывают на синфазные и противофазные колебания растяжения группы Si-O-Si [5].

Полученные спектры были использованы для расчета концентраций водорода и кислорода в пленках. Так, концентрация связанного водорода изменялась в интервале 1.2 – 3.5 ат.%, кислорода от 20 до 42 ат.% с ростом G .

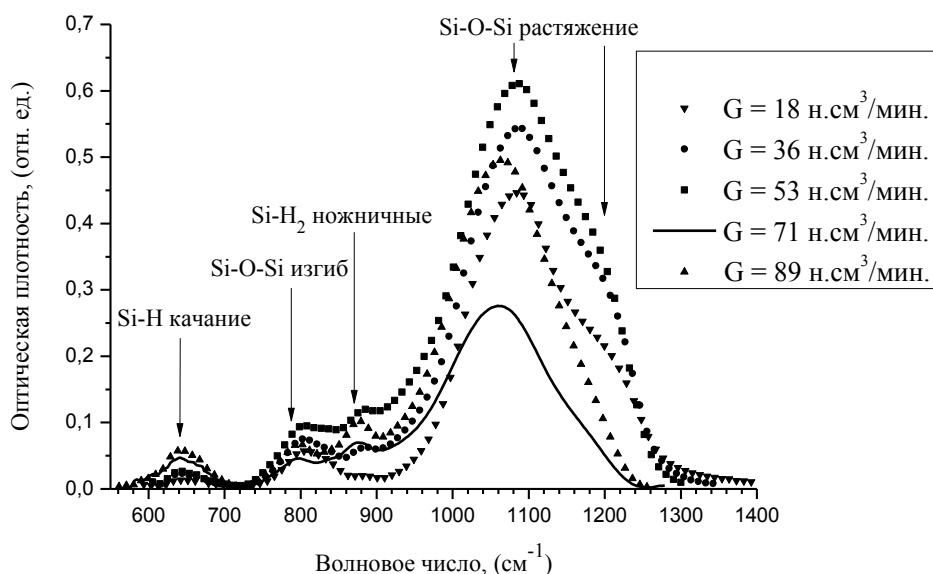


рис.1 Спектральная зависимость оптической плотности пленок от расхода смеси газов.

Метод КРС был использован для определения среднего размера кристаллита и кристалличности отожженных пленок. При увеличении расхода смеси газов было замечено, что кристалличность пленок увеличилась с 39 % до 48 %, а средний размер кристаллита (около 5.3 нм) практически не изменился.

Исследование выполнено при финансовой поддержке Российского научного фонда (проект № 19-79-10143).

Список публикаций:

- [1] Janz S., Löper P., Schnabel M. Silicon nanocrystals produced by solid phase crystallisation of superlattices for photovoltaic applications // *Materials Science and Engineering: B*. – 2013. – Т. 178. – №. 9. – С. 542-550.
- [2] Neizvestny I. G. et al. Formation of silicon nanocrystals in Si—SiO₂— α -Si—SiO₂ heterostructures during high-temperature annealing: Experiment and simulation // *Optoelectronics, Instrumentation and Data Processing*. – 2016. – Т. 52. – №. 5. – С. 486-495.
- [3] Huang J. et al. Effects of chemical stoichiometry on the structural properties of Si-rich oxide thin films // *Thin Solid Films*. – 2015. – Т. 595. – С. 79-83.
- [4] Zamchiy A. O. et al. Effect of annealing in oxidizing atmosphere on optical and structural properties of silicon suboxide thin films obtained by gas-jet electron beam plasma chemical vapor deposition method // *Vacuum*. – 2018. – Т. 152. – С. 319-326.
- [5] Ундалов Ю. К., Теруков Е. И. Нанокластеры кремния, ncl-Si, в матрице гидрированного аморфного субоксида кремния, α -SiO_x: H ($0 < x \leq 2$) // *Физика и техника полупроводников*. – 2015. – Т. 49. – №. 7. – С. 887-898.

Влияние условий синтеза на микроструктуру протонпроводящих керамических материалов на основе церата бария

Луницкая Юлия Александровна

Филоненко Елена Михайловна, Булаева Елена Александровна, Калганов Дмитрий Александрович

Челябинский государственный университет

lupitskaya@gmail.com

Среди известных в настоящее время среднетемпературных твердооксидных электролитов керамические материалы на основе церата бария со структурой типа перовскита считаются наиболее высоко протонпроводящими и продолжают активно изучаться [1-3]. Появление протонов в структуре сложного оксида определяется наличием кислородных вакансий и водородсодержащей атмосферой, из которой протоны внедряются в решетку в виде гидроксильных групп [1]. Соединения на основе BaCeO₃ обладают также высокой анионной проводимостью [1, 3] при условии частичного замещения Ce⁴⁺ катионами низкой валентности M³⁺ в октаэдрических позициях (B - позициях) структуры типа перовскита. Гетеровалентное замещение в решетке AB_{1-x}M_xO_{3- δ} обуславливает появление кислородных вакансий, концентрация которых определяется уровнем допирования x [1].

Основными критериями коммерческой реализации таких материалов для работы в топливных элементах наряду с ионной/протонной проводимостью выступают микроструктура керамики, конструкционные свойства